

Forscherheft

-

**„Risiken aus dem globalen
Klimawandel“**



Forscherheft

Lern- und Experimentierkoffer „Risiken aus dem globalen Klimawandel“



Vorwort

Über den globalen Klimawandel und seine Folgen wird viel berichtet. Die Zeitungen und Medien sind voll von verschiedenen Meinungen, Spekulationen und Zukunftsszenarien. Und tatsächlich bestätigen Wissenschaftler, dass die durchschnittliche Temperatur auf der Erde in den letzten 100 Jahren deutlich angestiegen ist und noch weiter ansteigen wird. Sie warnen vor den Folgen einer globalen Erwärmung, wie dem Schmelzen der Polkappen, dem Anstieg des Meeresspiegels, der Zunahme von Stürmen, Dürren oder Überschwemmungen.

Aber wie entsteht der globale Klimawandel? Welche Folgen hat eine weltweite Erwärmung für den Menschen? Bin auch ich davon betroffen und was kann ich dagegen tun? Diesen Fragestellungen kann mit diesem Forscherheft und dem dazu gehörenden Lern- und Experimentierkoffer „Risiken aus dem Globalen Klimawandel“ praktisch und handlungsorientiert nachgegangen werden.

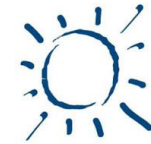
Entwickelt wurde der Lern- und Experimentierkoffer sowie die Unterrichtsmaterialien von der Abteilung Geographie der Pädagogischen Hochschule Heidelberg im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit zur Wahrnehmung und Bewertung von Umwelt Risiken durch Jugendliche. Anhand verschiedener Experimente, Versuchsanleitungen und Materialien können bei dem durch die Sparkasse Kraichgau geförderten Projekt naturwissenschaftliche Zusammenhänge hautnah erlebt werden. Ziel des Lernkoffers ist es bei Schülerinnen und Schülern Interesse und Neugier am Thema Klima und Klimawandel zu wecken, Informationen zu vermitteln und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Heidelberg, im April 2008

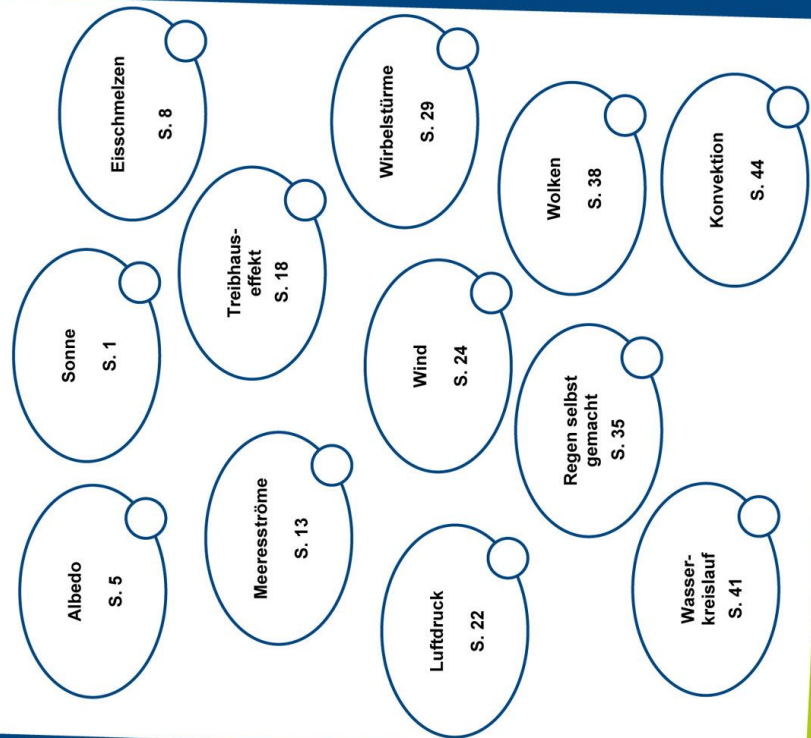
Prof. Dr.
Alexander Siegmund

Dipl.-Geogr.
Christina Fiene

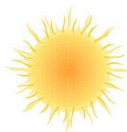
Pädagogische Hochschule Heidelberg



Lernstationen: Laufzettel



Lernstation: Sonne



Klima und Wetter

Der Begriff „Klima“ bezeichnet alle Wetterzustände an einem Ort über einen längeren Zeitraum mit allen Tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Das Klima wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst:

- Sonnenstrahlung
 - Verteilung zwischen Land und Meeresmasse
 - Höhe über NN (=normal Null)
 - Zusammensetzung der Atmosphäre
 - Windsysteme
- Das Zusammenspiel dieser Faktoren entscheidet zum Beispiel, ob die Sonne scheint oder ob es regnet. Wenn man vom Wetter spricht, meint man den Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt.



Schon gewusst?

„Die Neigung der Erde hängt mit ihrer Entstehungsgeschichte zusammen. Als unser Sonnensystem noch jung war, kam es häufig zu Kollisionen. Man nimmt zum Beispiel an, dass der Mond durch die Kollision der Erde mit einem anderen planetenähnlichen Objekt entstanden ist. Eine solche Kollision ist auch für die schiefe Achse der Erde verantwortlich.“

Experiment: Tag und Nacht

Stelle einen Globus auf den Tisch und bringe ihn in die richtige Position. Die Erdachse ist etwa 23° geneigt. Nimm hierzu ein Geodreieck zur Hilfe und vergleiche das Ergebnis dann mit dem Globus in der Abbildung. Richte nun eine Lampe auf den Globus, diese soll die die Sonne darstellen.

Die Hälfte der Erde, auf der vom Licht abgewandten Seite, liegt nun im Dunkeln. Hier ist jetzt Nacht, auf der anderen Seite Tag. Drehe nun die Erde langsam um ihre Achse (wenn du den Globus von oben betrachtest gegen den Uhrzeigersinn).



Material:

- Globus
- Lampe



Notieren deine Beobachtungen!

Experiment: Jahreszeiten

Einmal im Jahr umrundet die Erde die Sonne auf einer elliptischen (=ovalen) Bahn. Dieser Vorgang ist für die Jahreszeiten auf der Erde verantwortlich. Abhängig vom Winkel mit dem die Sonnenstrahlen aufreffen und je nach Sonnenscheindauer ist es Winter oder Sommer.

der Mitte des Posters und den Globus auf der Umlaufbahn. Achse hierauf, dass die Erdachse um 23° geneigt ist und der Globus so ausgerichtet ist, wie auf dem Poster abgebildet. Führe die Erde immer in der gleichen Schräglage langsam über die Ellipse um die Lampe herum und stelle sie auf den Positionen der jeweiligen Jahreszeit ab. Be-

Material:

- Poster „Erdlaufbahn“
- Globus
- Lampe

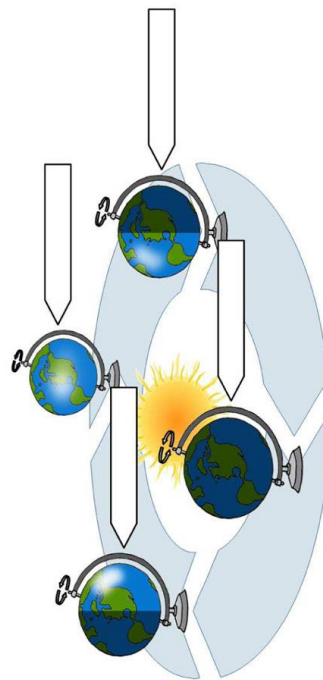


obachte jeweils, wie sich das Licht ober- und unterhalb des Äquators verhält, wenn du die Erde um ihre eigene Achse drehst.

Aufgabe:

Nun kannst du relativ leicht erkennen, wann auf der Nordhalbkugel Frühling, Sommer, Herbst oder Winter ist. Je größer der Abstand zur Sonne, desto kälter ist es. Vervollständige nun die folgende Abbildung mit folgenden Begriffen:

Frühling, Sommer, Herbst, Winter



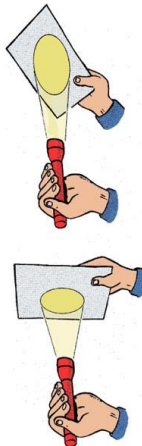
Experiment: Einfall der Sonnenstrahlen

Nicht nur die Nähe zur Sonne, sondern auch der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen hat einen Einfluss auf das Klima. Um das zu verdeutlichen, dient dieses Experiment. Strahle mit einer Taschenlampe genau senkrecht auf ein weißes Blatt Papier, wie in der Zeichnung dargestellt. Zeichne den Kreis mit einem Stift nach. Neige nun die Taschenlampe wie in der zweiten Abbildung und zeichne auch hier den Lichtkegel nach.



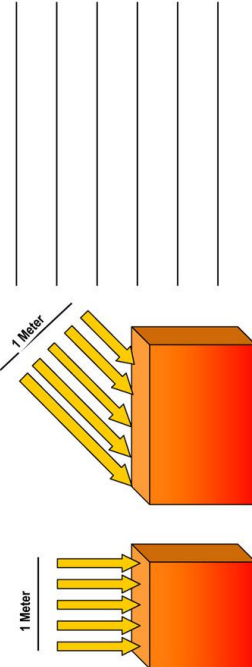
Material:

- Lampe
- Blatt Papier



Aufgabe:

Je stärker die Taschenlampe geneigt wird, desto größer wird der Lichtfleck. Dasselbe Phänomen geschieht auch, wenn die Sonne die Erde anstrahlt. Hier fallen die Sonnenstrahlen an einigen Stellen steiler ein als an anderen. Doch welche Auswirkungen hat das auf die Erwärmung der Fläche? Schreibe deine Vermutungen auf, die Abbildung kann dir dabei helfen.



Lernstation: Albedo



Material:

- Landschaftsblatt (Schnee, Gras, Stein)
- Infrarothermometer
- Lampe oder Tageslichtprojektor



Experiment: Wenn die Erde zurückstrahlt — die Albedo

Mit dem Infrarothermometer kannst du die Temperatur von verschiedenen Oberflächen messen. Halte hierfür das Thermometer mit etwas Abstand auf die jeweilige Fläche, die gerichtet und drücke den „Mess“-Knopf. Sobald du den Knopf wieder lässt, speichert das Thermometer den soeben gemessenen Temperaturwert.

Beleuchte nun das Landschaftsblatt aus dem Lernkoffer und vergleiche die Temperaturen der Untergründe Schnee, Wiese und dunkler Stein.



Anleitung:

Was beobachtest du? Zeigt das Thermometer nach einer gewissen Zeit überall die gleiche Temperatur an oder unterscheiden sich die Temperaturangaben?

Führe deine erste Messung zu Beginn des Versuchs durch, dann nach einer Minute, nach drei Minuten und nach fünf Minuten.

Trage hierzu deine Messergebnisse in die Tabelle ein.

Zeit	Temperatur Schnee	Temperatur Wiese	Temperatur Stein

Was passiert denn da?

Das Rückstrahlungsvermögen von Oberflächen wird **Albedo** genannt. Der Begriff kommt aus dem Lateinischen und bedeutet soviel wie „Weißheit“.

Man bezeichnet damit das Rückstrahlungsvermögen von Oberflächen, die nicht von sich aus leuchten, und somit das Verhältnis zwischen reflektierter und einfallender Sonnenstrahlung.

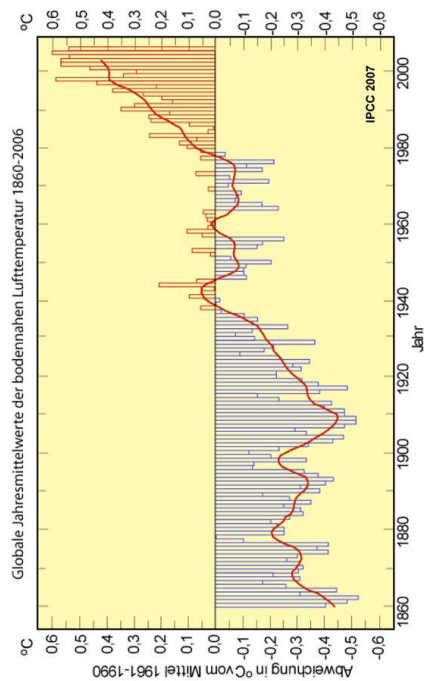
Die Albedo ist stark von der Beschaffenheit der bestrahlten Fläche abhängig. Je heller eine bestrahlte Oberfläche ist, desto mehr Licht wird zurückgestrahlt und desto größer ist ihre Albedo. Eine frische Neuschneedecke hat eine sehr hohe Albedo von bis zu 95%.

Schon gewusst?

„Einen Eisbären erkennt man auf den ersten Blick an seinem weißen Fell. Die Haare sind aber eigentlich farblos und das Licht bricht sich im Fell. Die Haut unter dem Fell jedoch ist tiefschwarz. So kann sie die Sonnenstrahlen aufnehmen. Das ist lebensnotwendig bei den kalten Temperaturen.“

... und in echt?

Warum sind die Erkenntnisse aus diesem Versuch auch für unser Klima wichtig?
Was würde beispielsweise passieren, wenn die riesigen Inlandsgletscher Grönlands oder der Antarktis abschmelzen würden?



Die Schneebedeckung ist wichtig, weil ...

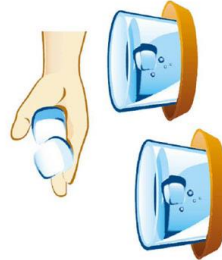


Lernstation: Eisschmelzen

Experiment: Meeresspiegelanstieg Teil 1



- Material:**
- eine Schale
 - ein Glas
 - Wasser
 - Eiswürfel



Die Polregionen der Erde sind in Grönland und der Antarktis von mehreren tausend Meter dicken Schichten aus Eis bedeckt, so genannten Inlandsgletschern. Eine Erwärmung des Erdklimas könnte zu einem Abschmelzen dieser Eisschilde führen, mit großen Auswirkungen auf den Meeresspiegel. Das Schmelzen der Eiskappen der Erde kann in einem einfachen Experiment nachgestellt werden. Stelle hierfür einen Becherglas in eine Schale. Fülle den Becher vorsichtig bis fast zum Rand mit Wasser und gebe dann einige Eiswürfel hinein. Was passiert mit dem Wasserstand nach Zugabe der Eiswürfel? Was passiert mit dem Wasserstand nach dem Schmelzen des Eises?

Notiere hier deine Ergebnisse:

Experiment: Meeresspiegelanstieg Teil 2



Material:

- zwei Schalen
- Stein
- Wasser
- Eiswürfel
- Lineal

Nimm zwei Schalen und lege in eine der Schalen den Stein. Gib nun exakt die gleiche Menge Eis in beide Gefäße. Hierbei musst du darauf achten, dass in der Schale mit dem Stein das Eis vor allem auf dem Stein liegt.

Zeit	Wasserhöhe Schale ohne Stein	Wasserhöhe Schale mit Stein
Beginn des Experiments		
Nach Schmelzen des Eises		

... und in echt?

Das Experiment lässt sich auf die Natur übertragen. Auch hier haben wir zwei Eiskappen. Auf der Nordhalbkugel liegen die Eismassen auf Grönland. Auf der Südhalbkugel

Schon gewusst?
„Der Meeresspiegelanstieg ist nicht allein auf das Abschmelzen der Polkappen zurückzuführen. Durch die globale Erwärmung wird auch das Wasser der Weltmeere wärmer und dehnt sich aus.“



... ein Rechenbeispiel

Was würde passieren, wenn das polare Eis vollständig abschmelzen würde?

Mit einer einfachen Formel kannst du das selbst ausrechnen. Hierzu brauchst du lediglich einen Taschenrechner.

Und so geht's:
Setze das Volumen des Eises von Grönland bzw. der Antarktis in die Formeln im unteren Kasten ein. Rechne das Ergebnis dann von Kilometer in Meter um, indem du das Ergebnis mit 1000 multiplizierst.



Region	Volumen des Eises (in Mio. km ³)	Dichte des Eises	0,9 $\rho_{\text{Wasser/Eis}}$
Grönland (Inlandeis)	2,85		
Antarktis	26,03	Fläche des Meeres	361 Mio. km ²

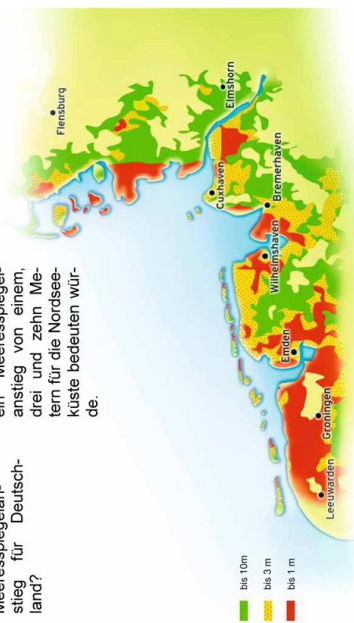
$$\text{Meeresspiegelanstieg} = \frac{\text{Volumen des Eises} \cdot \text{Dichte des Eises}}{\text{Fläche des Meeres}}$$

Meeresspiegelanstieg (Grönland)	= $\frac{\text{Vol. des Eises (Grönld.)} \cdot 0,9}{361 \text{ Mio. km}^2}$	= $\frac{\text{km}}{\text{km}} = \text{m}$
Meeresspiegelanstieg (Antarktis)	= $\frac{\text{Vol. des Eises (Ant.)} \cdot 0,9}{361 \text{ Mio. km}^2}$	= $\frac{\text{km}}{\text{km}} = \text{m}$
Meeresspiegelanstieg (gesamt)	= $\frac{\text{Vol. des Eises (Grönld. + Ant.)} \cdot 0,9}{361 \text{ Mio. km}^2}$	= $\frac{\text{km}}{\text{km}} = \text{m}$

Der Meeresspiegelanstieg ...

Welche Folgen ergeben sich durch einen Meeresspiegelanstieg für Deutschland?

Überprüfe anhand der Abbildung, was ein Meeresspiegelanstieg von einem, drei und zehn Metern für die Nordseeküste bedeuten würde.



Quelle: PIK

...und seine Folgen.

Welche Folgen könnten sich für den Menschen, die Umwelt und die Wirtschaft ergeben?

Die möglichen Folgen des Meeresspiegelanstiegs der Nordsee		
für den Menschen	für die Umwelt	für die Wirtschaft

Die Ursachen des Meeresspiegelanstiegs

Der Meeresspiegelanstieg hat viele Ursachen. Finde heraus, welche! Kreuze die richtigen Antworten an.



Durch die Klimaerwärmung steigt der Meeresspiegel an, weil...

- ☐ es mehr regnet. Dadurch fließt mehr Wasser aus den Flüssen in die Meere (A).
- ☐ sich das Wasser bei Erwärmung ausdehnt und somit ein größeres Volumen einnimmt (B).
- ☐ sich die Erdkruste hebt und dadurch der Meeresboden steigt (C).
- ☐ die Eispanzer Grönlands und der Antarktis schmelzen (D).
- ☐ die Luft und das Wasser immer wärmer werden und deshalb immer mehr Menschen baden gehen (E).
- ☐ die Gletscher in den Hochgebirgen schmelzen (F).

Schon gewusst?

„Eis ist immer festes Süßwasser. Bei der Kristallisation von Meerwasser entsteht so genanntes Meereis; dabei wird das Salz wieder an das Meer abgegeben oder sammelt sich als Einschluss im Eisblock. Meerwasser hat je nach Größe und Zusammensetzung lustige Namen wie Grieseis oder Pfannkucheneis.“



Lernstation: Meeresströme

Experiment: Die „Wärmepumpe“ des Klimas

Die Energie der Sonne fällt nicht überall in gleicher Stärke auf die Erde. Den größten Anteil bekommt der Äquator ab. Dies führt zu großen Temperatur-

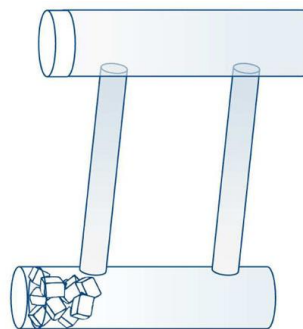
unterschieden zwischen dem Äquator und den beiden Polen. Diese Temperaturunterschiede bestimmen die Bewegung der Luft wie auch der Ozeane.

Mit diesem Experiment kannst du herausfinden, was es mit den Meeresströmungen auf sich hat.



Material:

- Meereswasserzirkulationsmodell
- Lebensmittelfarben in rot und blau
- Pipette
- Eiswürfel
- Wasser



Anleitung:

Schütte soviel Wasser in das Röhrensystem bis es fast vollständig befüllt ist. Fülle nun Eiswürfel in die eine Seite des Röhrensystems. Hier sollen die polaren Meere, bei denen das Wasser zum Teil unter Schelfeis liegt, simuliert werden.

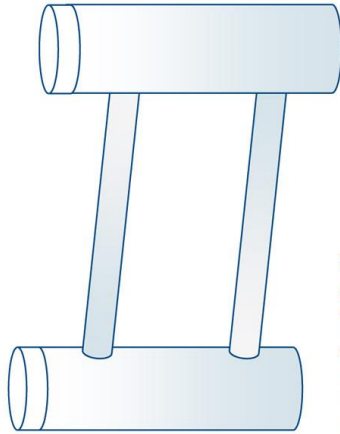
Um die entstehenden Wasserbewegungen besser erkennen zu können, entnimmst du nun mit Hilfe der Pipette einige Tropfen aus der blauen Lebensmittelfarbe und gibst die Eiswürfel in die kalte, mit

Seite. Gebe nun mit der Pipette einige Tropfen der roten Farbe in die andere Röhre.



Wie verhält sich das Wasser?

Nimm nun einen roten und einen blauen Stift und zeichne deine Beobachtungen in das Bild rechts ein.



Kannst du erklären, was du siehst?

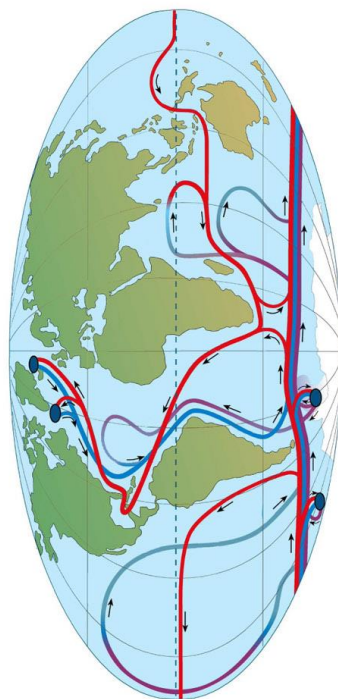
Schon gewusst?

„Wasser ist dann am dichtesten und damit auch am schwersten, wenn es 4 Grad kalt ist. Dieses Phänomen nennt man auch Dichteanomalie.“



... und in echt?

Betrachte die Weltkarte in der Abbildung. Hier sind die Meeresströmungen in den Weltmeeren abgebildet. Erkläre mit Hilfe deiner Beobachtungen aus dem ersten Experiment, wie diese Wasserbewegungen zustande kommen.



— Oberflächenströmung
 — Tiefenströmung
 — Bodenströmung
 ● Tiefwasserbildung

Nach <http://wetterwechsel.files.wordpress.com>

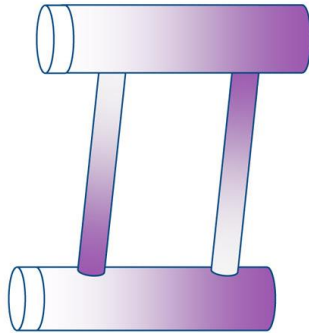
Ergebnisse:

Experiment — Das Salz im Meer



Material:

- Meerwasserzirkulationsmodell
- Becher
- Speisesalz
- blaue Lebensmittelfarbe
- Pipette
- Wasser



Anleitung:

Befülle das Meerwasserzirkulationsmodell etwa zu 3/4 mit klarem Wasser. Den Becher befüllst du nun ebenfalls mit Wasser und einigen Löffeln Salz. Außerdem gibst du mithilfe der Pi-

pette einige Tropfen der blauen Farbe hinzu. Schütte nun das blaue Salzwasser langsam in das Meerwasserzirkulationsmodell.

Schon gewusst?

„Durch das Schmelzen der Pole kommt Süßwasser in das salzhaltige Meerwasser. Hierdurch wird die Dichte des Wassers beeinflusst. Dies hat auch Auswirkungen auf die globalen Meeresströme.“

Erkläre die Auswirkungen auf die Meeresströmungen!

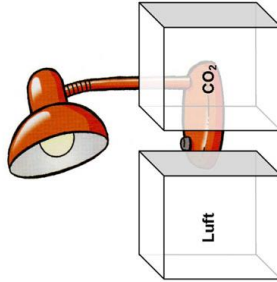


Lernstation: Treibhauseffekt

Experiment: Treibhauseffekt



- Material:**
- Lampe
 - Zwei Plexiglas-Container
 - Räucherstäbchen
 - Infrarotthermometer



Von zwei Plexiglas-Containern wird einer mit normaler Luft und einer mit CO₂ (und Rauch) gefüllt. Halte hierzu ein Räucherstäbchen in einen der beiden Container und stelle dann beide unter eine Lampe. In verschiedenen Abständen wird mit dem Infrarotthermometer die Veränderung der Temperatur gemessen. Trage die Temperaturveränderungen in die Tabelle ein.

Notiere deine Ergebnisse:

Zeitdauer	Temperatur - Luft	Temperatur - CO ₂
nach 1 Minute		
nach 3 Minuten		
nach 5 Minuten		

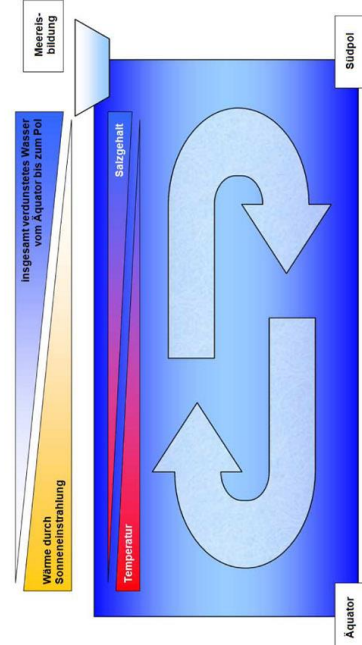


Aufgabe:

Wenn du die Ergebnisse der beiden Versuche miteinander kombinierst, hast du die Grundsätze der so genannten thermohalinen Zirkulation, dem Motor für die Meeresströmungen, verstanden. Überprüfe dein Wissen nun mit folgendem Lückentext. Setze ein.

Salz, Temperatur, kalt, nordwärts, Nordpol, kaltem, thermohaline

Die _____ Zirkulation ist eine großräumige Zirkulation, die weite Teile des Ozeans umfasst. „Thermo-“, steht hierbei für Temperatur und „haline“ für _____. Der Motor der Zirkulation sind, neben dem Wind, die Unterschiede in der _____ und im Salzgehalt des Wassers. Im Nordatlantik bestehen die Meeresströme aus warmen _____ fließendem Oberflächenwasser und _____, südwärts fließendem Tiefenwasser. Wie ein riesiges globales Förderband transportiert hier der so genannte Golfstrom warmes Wasser vom Äquator zum _____. Rund eine Milliarde Megawatt Wärme werden auf diesem Wege nach West- und Nordeuropa transportiert. Ohne ihn wäre der Winter hier so _____ wie in Nordkanada.



Was passiert denn da?

Im Experiment wird der Treibhauseffekt simuliert. Die Lampe steht für das Licht der Sonne. Diese erhitzt die Erde, die wiederum Wärmestrahlung abgibt. Die Wärmestrahlung gelangt durch die Luft relativ ungehindert wieder nach außen. Das starke Treibhausgas CO_2 absorbiert die Strahlung und reflektiert sie teilweise zurück. Auf diese Weise verbleibt mehr Wärme im Container.

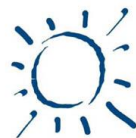
der mit CO_2 gefüllt ist. Auch in der Natur sorgt CO_2 für die Absorption und Reflektion der Wärme. Aufgrund der Treibhauswirkung nimmt also die Temperatur stärker zu als in der reinen Luft.

Schon gewusst?

„Luft besteht zu 78 Prozent aus Stickstoff, zu 21 Prozent aus Sauerstoff und zu 0,9 Prozent aus Edelgasen. Wichtig ist auch der Anteil von 0,03 Prozent an Kohlendioxid. Dieses Gas brauchen die grünen Pflanzen zur Photosynthese, bei der sie aus Kohlendioxid und Wasser aus Traubenzucker und Sauerstoff gewinnen.“

... und in echt?

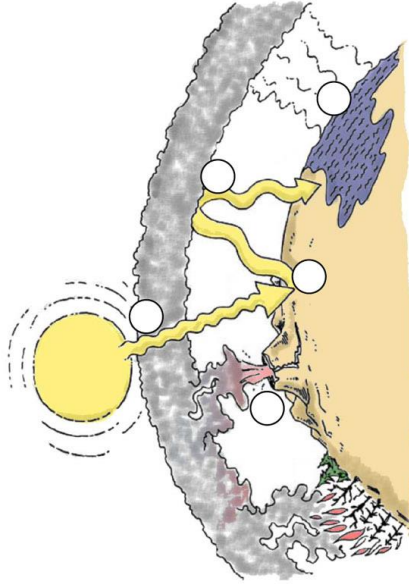
Was glaubst du?
Welche Auswirkungen könnte dieser Prozess auf das Weltklima haben?



Aufgabe:

Ordne die Erläuterungen den jeweiligen Stufen auf der Skizze zu!

- ① Kurzwellige Sonnenstrahlung dringt in die Atmosphäre.
- ③ Kurzwellige Sonnenstrahlung verwandelt sich am Boden in langwellige Wärmestrahlung.
- ② Langwellige Wärmestrahlung wird von den Abgasen reflektiert.
- ④ Kohlendioxid gelangt in die Atmosphäre.
- ⑤ Wasserdampf gelangt in die Atmosphäre.

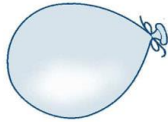


Aufgabe:

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre kein Leben auf der Erde möglich!
Gib den Grund dafür an!



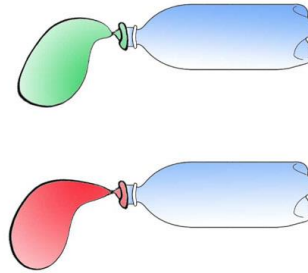
Lernstation: Luftdruck



Die Hauptursache für den Wind ist der Luftdruck. Aber wie entsteht unterschiedlicher Luftdruck und was hat die Temperatur hiermit zu tun? Diese Fragen können leicht mit dem folgenden Experiment beantwortet werden.

Material:

- zwei leere Flaschen
- zwei Luftballons
- zwei Schalen
- warmes und kaltes Wasser



Experiment: Luftdruck

Stülpe je einen Luftballon über den Hals von zwei leeren Flaschen. Nun erhitze die eine Flasche und kühle die andere.

Befülle hierfür die eine Schale mit kaltem, die andere Schale mit warmem Wasser und stelle jeweils eine Flasche hinein. Warte eine Weile und beobachte, was mit den beiden Luftballonen passiert.

Schon gewusst?

„Luftdruck ist das Gewicht der Luftsäule, die sich in vertikaler Richtung über der Fläche in der Atmosphäre befindet. Der Luftdruck unterliegt größeren Schwankungen, die in Zusammenhang mit weiträumigen Luftbewegungen stehen. Wind und andere Wettererscheinungen sind die Folge.“



Steckbrief Treibhausgase

Der Treibhauseffekt wird anthropogen genannt, weil er teilweise vom Menschen verursacht wird. Im Wesentlichen wirken folgende Stoffe als „Treibhausgase“:

Kohlendioxid (CO ₂)	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)	Methan (CH ₄)	Ozon (O ₃)
Kohlendioxid entsteht bei Verbrennung fossiler Brennstoffe und Brandrodung.	Fluorchlorkohlenwasserstoffe sind Mittel zur Aufschäumung in Sprays und Bestandteil der Kälteflüssigkeit alter Kühlgeräte.	Methan entsteht in stumpfigen Reisfeldern und beim Verdauungsvorgang der Rinder; riesige Rinderherden werden hier zum Problem.	Stickoxide aus Verbrennungsprozessen (Industrie, Haushalt) bewirken eine Anreicherung von bodennahem O ₃ ; flüchtige Kohlenwasserstoffe (Verkehr, Industrie) unterstützen dies.



Die Gase wirken für die reflektierende Wärmestrahlung wie eine Barriere. Dies führt zu einer Erwärmung unseres globalen Klimas. Eine mögliche Auswirkung des Treibhauseffekts ist der verheerende Wirbelsturm „Katrina“, der am 29. August 2005 in den Südstaaten der USA wütete und durch die Überflutung und Zerstörung zahlreicher Städte, u. a. New Orleans, viele Menschenleben forderte.



Lernstation: Wind



Wind ist nichts anderes als bewegte Luft. Diese Luft steht je nach Temperatur und Höhe unter einem bestimmten Luftdruck. Sie setzt sich in Bewegung, wenn ein Luftdruckunterschied besteht. Mit Hilfe eines Luftballons kann Wind ganz leicht selbst gemacht werden.

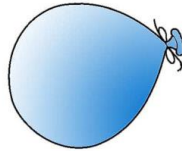
Material:

- Luftballon



Experiment: Wind selbst gemacht

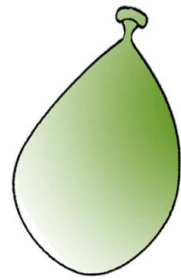
Blase einen Luftballon auf und lass dann die Luft daraus wieder entweichen, schon entsteht ein Luftstrom.



Aufgabe

Zeichne in das folgende Schaubild ein, wo die Luft unter hohem Druck steht. Verwende dafür den Buchstaben H.

Und wo ist der Druck eher tiefer? Zeichne hierfür ein T ein. In welche Richtung ist die Luft entwichen? Zeichne einen Pfeil in das Schaubild ein.



... jetzt bist du dran!

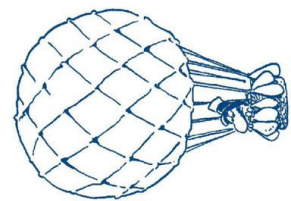
Wie verhalten sich die beiden Luftballone? Zeichne deine Beobachtungen in dieses Schaubild ein.



Wie kannst Du dieses Phänomen erklären?

Was geschieht denn da?

Durch das Experiment hast du herausgefunden, in welcher Flasche die Luft mehr Platz verbraucht. Hier benötigt dieselbe Menge Luft mehr Platz und der Luftdruck steigt. Aus diesem Grund ist warme Luft auch leichter als kalte und steigt auf, wie zum Beispiel bei einem Heißluftballon.



Was passiert denn da?

Du hast dabei nichts anderes gemacht, als ein Hochdruckgebiet hergestellt, nämlich die Luft im Fußballon. Die Luftteilchen "entweichen" dabei in Richtung Tiefdruck, nämlich die

Schon gewusst?
„Auf Grund der ablenkenden Kraft der Erdrotation, der Coriolis-Kraft, erfolgt der Luftstrom beim Wind nicht geradlinig. Stattdessen bildet der Wind eine Spirale aus: nach innen und in die Höhe in einem Tiefdruck-System, nach außen und zum Boden hin in einem Hochdruck-System.“

...und die Folgen?

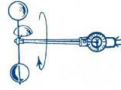
Ab einer Windgeschwindigkeit von 75 km/h spricht man von einem Sturm. Auch bei uns in Deutschland hat es schon schwere Stürme gegeben, bei-

spielsweise die Stürme Lothar oder Kyrill. Sicher hast du hier schon Berichte in der Zeitung oder im Fernsehen gesehen.

Die möglichen Folgen eines starken Sturms		
für den Menschen	für die Umwelt	für die Wirtschaft



Experiment: Windgeschwindigkeit messen



Wind kann in Stundenkilometern gemessen werden. Die Windgeschwindigkeit kannst du mithilfe eines Anemometers (= Windmesser) messen.



Material:

- Anemometer/
Windmesser



Gehe hinaus ins Freie und halte das Anemometer in die Luft. Nun kannst du die Windgeschwindigkeit ablesen. Ordne die Windgeschwindigkeit in die Beaufort-Skala auf der nächsten Seite ein und trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein. Wiederhole den Messvorgang in Abständen von einer Minute drei mal.

Datum / Uhrzeit	Ort	Geschwindigkeit m/s	Windstärke in BFT	Bezeichnung der Windstärke	Wirkung an Land



...nun bist du dran!

Puste nun selbst in das Anemometer hinein. Welche Windgeschwindigkeit kannst du erreichen? Notiere es in der untenstehenden Tabelle und fülle auch die anderen Spalten aus.

Name	Geschwindigkeit m/s	Windstärke in BFT	Bezeichnung der Windstärke	Wirkung an Land

Schon gewusst?

Diese Einteilung wurde im Jahre 1805 von dem britischen Admiral Beaufort erstellt. In der Tabelle beschreibt er die Auswirkungen des Windes und fügt eine Bezeichnung hinzu. Beaufort beobachtete die Natur, wenn der Wind wehte. Schließlich bezeichnete er die verschiedenen Windstärken mit den Nummern von 0 bis 12. Er gab beispielsweise einem Wind, bei dem sich Blätter und kleine Zweige von Laubbäumen bewegen, die Bezeichnung 3. Diese Skala wird nach ihrem Erfinder **Beaufort-Skala** genannt und ist noch heute weit verbreitet!



Die Beaufort-Skala

Windstärke in Bft	Bezeichnung der Windstärke	Geschw. m/s	Geschw. km/h	Wirkung an Land
0	Windstille	0,0 - 0,2	0	keine Luftbewegung, Rauch steigt senkrecht empor
1	leiser Zug	0,3 - 1,5	1 - 5	kaum merklich, Rauch treibt leicht ab, Windfögel und Windfahnen unbewegt
2	leichte Brise	1,6 - 3,3	6 - 11	Blätter rascheln, Wind im Gesicht spürbar
3	schwache Brise	3,4 - 5,4	12 - 19	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wimpel werden gestreckt
4	mäßige Brise	5,5 - 7,9	20 - 28	Zweige bewegen sich, loses Papier wird vom Boden gehoben
5	frische Brise	8,0 - 10,7	29 - 38	größere Zweige und Bäume bewegen sich, Wind deutlich hörbar
6	starker Wind	10,8 - 13,8	39 - 49	dicke Äste bewegen sich, hörbares Pfeifen an Drahtseilen, in Telefonleitungen
7	steifer Wind	13,9 - 17,1	50 - 61	Bäume schwanken, Widerstand beim Gehen
8	stürmischer Wind	17,2 - 20,7	62 - 74	Bäume werden bewegt, Fensterläden werden geöffnet, beim Gehen erhebliche Behinderung
9	Sturm	20,8 - 24,4	75 - 88	Äste brechen, kleinere Schäden an Häusern, Ziegel werden von Dächern gehoben, beim Gehen erhebliche Behinderung
10	schwerer Sturm	24,5 - 28,4	89 - 102	Bäume werden entwurzelt, Baumstämme brechen, Gartengeräte werden weggeweht, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,6	103 - 117	heftige Böen, schwere Sturmschäden, schwere Schäden an Wäldern, Dächer werden abgedeckt, Gehen ist unmöglich
12	Orkan	>32,6	>118	schwerste Sturmschäden und Verwüstungen; sehr selten im Landesinneren



Lernstation: Wirbelstürme

Wirbelstürme entstehen über tropischen Meeren, wenn die Wassertemperatur mindestens 26 Grad Celsius beträgt. Über dem warmen riesigen verdunstet diese Wassermengen. Diese steigen in Form von Wasserdampf auf und an der Wasseroberfläche

che wird Luft nachgesaugt. Durch die so genannte Corioliskraft beginnt sich ab dem 5. Breitengrad die von den Seiten nachströmende Luft zu drehen und es entsteht ein trichterförmiger Wirbel, der sich auf der Nordhalbkugel immer gegen den Uhrzeigersinn

und auf der Südhalbkugel immer im Uhrzeigersinn dreht. In der Mitte des Wirbelsturms befindet sich das Auge. Hier ist es vollkommen windstill und oftmals ist sogar der blaue Himmel zu sehen. Um das Auge herum kreisen gewaltige Stürme.

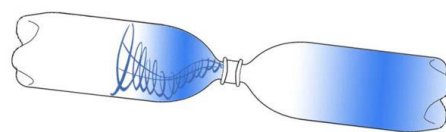


Material:

- Zwei Wasserflaschen
- Wasserflaschendeckel verklebt
- Blaue Lebensmittelfarbe
- Pipette
- Wasser

Experiment: Sturm im Wasserglas

Befülle eine der beiden Flaschen mit Wasser und gebe mit Hilfe der Pipette einige Tropfen der Lebensmittelfarbe in das Wasser. Der verklebte Wasserflaschendeckel wird auf die gefüllte Flasche geschraubt. Darauf wiederum wird nun die leere Flasche geschraubt. Wird die Flasche mit dem Wasser nach oben gehalten und kurz gedreht, entsteht ein kleiner Wirbelsturm in der oberen Flasche.



Beobachte genau und beschreibe was du siehst!

Schon gewusst?

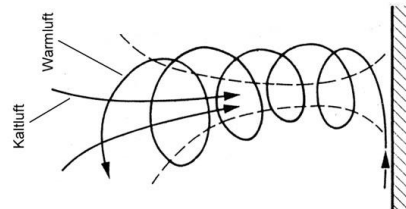
„Tornados gibt es auch in Deutschland. Die Zahl der jährlich beobachteten Tornados liegt hier bei mehreren Dutzend. So wurde z.B. in Eppingen (Baden-Württemberg) im Jahr 2006 ein 500 kg schwerer Wertstoffcontainer durch einen Tornado in die Luft gehoben und in die Nachbarschaft transportiert.“

Aufgabe:

Tornados können verheerende Schäden anrichten. Sicher hast du schon im Fernsehen oder in der Zeitung Bilder von den Folgen eines Tornados gesehen. Beschreibe hier einige!

Aufgabe:

Die Abbildung stellt den Aufbau eines Tornados dar. Betrachte die Abbildung genau und beschreibe die typischen Luftströme.



Aufgabe:

Lies dir den Zeitungsartikel genau durch. Wie könnte man die seltsamen Phänomene wissenschaftlich erklären?

Wenn es grüne Frösche regnet ...

Mysteriöser Froschregen und andere „Regentiere“

Tausende Frösche fielen im April 2007 in einem serbischen Dorf vom Himmel. Verschiedene Anwohner berichten, dass es plötzlich kleine Frösche geregnet hat. „Ich sah all diese Frösche vom Himmel fallen“, beschreibt Aleksandar Gili das Erlebnis. „Das müssen Tausende gewesen sein.“ Wissenschaftler sind der Ansicht, dass die Ursache auf natürlichem Wege zu finden ist. Allein der Gedanke, dass irgendwas anderes vom Himmel fallen könnte als Niederschlag, ist ungewöhnlich. Und dennoch liegen inzwischen zahlreiche Berichte über ähnliche Erscheinungen vor, da es offenbar gar nicht so selten passiert.

Was im Dezember 1973 in der Stadt Stuttgart im US-Bundesstaat Arkansas passierte, darüber berichtete die amerikanische Tageszeitung „Daily Express“. (...) Vom Himmel fielen tiefgefrorene Enten.

Allerdings war es nicht die tafelfertige Version, die hier auf den geparkten Autos beim Aufschlag die eine oder andere Beule hinterließ, sondern Enten, die bei lebendigem Leib auf unerklärliche Weise in unförmige Eisblöcke eingefroren wurden und nun als ein Schauer der etwas anderen Art niederging. (...)

Epoch Times Deutschland 04.07.2007



Steckbrief Wirbelstürme

Sturmtyp	Tropischer Wirbelsturm	Tornado	Außertropischer Wirbelsturm
Durchmesser	400-800 km	50 m-2 km	300-700 km
Windgeschwindigkeit	120-300 km/h	300-800 km/h	120-220 km/h
Reisegeschwindigkeit	20-50 km/h	0-70 km/h	20-50 km/h
Lebensdauer	1-4 Wochen	wenige Sekunden bis Stunden	wenige Tage bis eine Woche
Entstehungsort	zw. dem 10. und 20. Breitengrad	überall, v.a. im Westen der USA	gemäßigte Breiten
Zurückgelegter Weg	bis 1000 km	20-30 km	bis 1000 km



Wirbelstürme weltweit

Tropische Wirbelstürme sind nicht auf die USA und Mexiko beschränkt. Je nach Region spricht man von Hurrikan, Taifun, Zyklon oder Willy-Willy. Wo treten welche Wirbelstürme auf? Zeichne in dieser Weltkarte ein, wo die vier Wirbelstürme Hurrikan, Taifun, Zyklon und Willy-Willy auftreten. Das Wirbelsturm-Infoblatt auf der nächsten Seite kann dir hierbei helfen. Benutze hierzu die Farben aus der Legende.



Hurrikan	=		=	Zyklon	=	
Taifun	=		=	Willy-Willy	=	

Aufgabe:

Ein Hurrikan entsteht, wenn das Meerwasser eine Temperatur von mindestens 26°C hat. Diskutiert in einer Gruppe die Auswirkungen einer möglichen globalen Erwärmung auf die Entstehung von Wirbelstürmen. Tragt eure Ergebnisse zusammen.

Wirbelsturm Infoblatt

Jahr für Jahr richten tropische Wirbelstürme in den verschiedensten, an warme Meeresregionen angrenzenden Teilen der Erde schwere Verwüstungen an und bringen Leid und Zerstörung über die Bewohner der betroffenen Küstenregionen. Böen von oft über 200 Kilometer pro Stunde entwurzeln Bäume, zerstören die Infrastruktur und bringen sogar Wohngebäude zum Einsturz. Hinzu kommen sintflutartige Regenfälle und meterhohe Flutwellen, die solche Stürme wie Bugwellen vor sich her auf die Küsten zu treiben.

Tropischer Wirbelsturm mit Auge im Satellitenbild



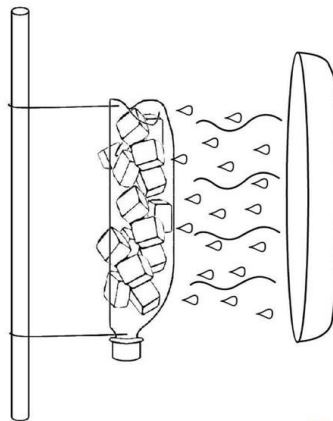
So überflutete der Hurrikan "Katrina" Ende August 2005 die Stadt New Orleans sowie weite Teile der amerikanischen Golfküste, wobei rund 1.800 Menschen ums Leben kamen. Und sogar mehr als 10.000 Menschenleben fielen Mitte November 2007 den Flutwellen des Zyklons "Sidr" in den Küstenregionen Bangladeschs zum Opfer. Solche im atlantischen Raum als "Hurrikane" und im Indischen Ozean als "Zyklone" bezeichneten Wirbelstürme werden in Australien auch "Willy Willy" und im westlichen Pazifik "Taifune" genannt. Aber all diese Namen stehen für das gleiche Phänomen: für tropische Wirbelstürme.

(Quelle: www.wetteronline.de)

Lernstation: Regen selbst gemacht



- Material:**
- Schale
 - Plastikflaschenmodell
 - Wasserkocher
 - Eiskwürfel



Experiment: Regen selbst gemacht

Mit einem einfachen Experiment kannst du Regen auch selbst herstellen. Fülle hierfür einige Eiskwürfel in die halbierte Flasche und anschließend kochendes Wasser in eine Schale. Halte nun das Plastikflaschenmodell mit den Eiskwürfeln über die Schale mit dem heißen Wasser und warte eine Weile.

Ergebnisse:

Schon gewusst?

„Für eine Kondensation braucht es einen Kondensationskern. Ein solcher Kondensationskern kann beispielsweise durch Staub oder Rußpartikel gebildet werden. An diesen Partikeln lagern sich dann schichtweise Wassertropfen an.“

Was passiert denn da?

Der heiße Wasserdampf steigt von der Schale aus auf, berührt das Plastik der Flasche, in der sich das Eis befindet, und kondensiert dort. Als Kondensieren bezeichnet man den Übergang

eines Stoffes vom gasförmigen in den flüssigen Zustand. Aus Wasserdampf (gasförmiger Zustand) wird Wasser bzw. Regen (flüssiger Zustand). Warum passiert das? Je nach Temperatur

kann Luft bestimmte Mengen an Feuchtigkeit aufnehmen. Dabei gilt die ganz einfache Regel: je kälter die Luft ist, desto weniger Feuchtigkeit kann sie aufnehmen.



Aufgabe:

Überprüfe dein Wissen, indem du den Text mit den folgenden Begriffen vervollständigst:

kalte, Wasser, kondensiert, Atem, oben, Winter, Wasserdampf, kühlt

Ein Beispiel aus deinem Alltag:

Dies kannst du sehr gut beobachten, wenn du im _____ einmal draussen ausatmest. Unser _____ besteht teilweise aus gasförmigem _____, das im Winter draussen sichtbar wird, weil es in der kalten Luft _____. Ganz einfach ausgedrückt: verhält es sich so auch mit Regen. Wärme Luft steigt nach _____ und kühlt dort ab. Die abgekühlte bzw. _____ Luft kann nun nicht mehr so viel Wasser aufnehmen und als Folge dessen regnet es. In deinem Experiment steigt der warme _____ nach oben, trifft auf die kalte Plastikflasche, _____ dort schlagartig ab und kann deshalb das im Dampf gelöste Wasser nicht länger halten. Es kondensiert und tropft zurück in die Aluschale – als Regen!

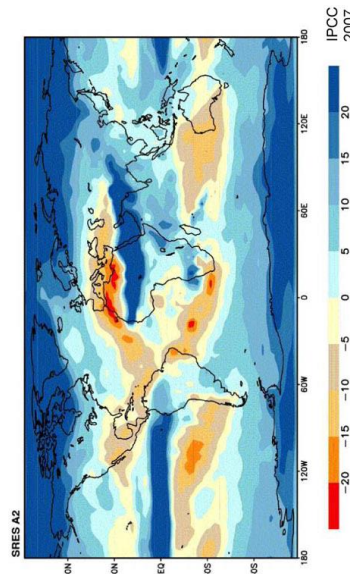


Das Wetter der Zukunft

In den nächsten Jahren wird mit einer Veränderung der Niederschlagsmengen gerechnet. Durch den Klimawandel wird der Wasserkreislauf verstärkt. Durch die steigenden Temperaturen kann mehr Wasser verdunsten und es fällt auch mehr Niederschlag. Das hat regional sehr unterschiedliche Auswirkungen. In Baden-Württemberg wird dadurch in Zukunft im Sommer eher weniger Regen fallen, im Winter hingegen mehr. Dabei gibt es große regionale Unterschiede. Die Tendenz steigt im Winter das Hochwasser- und im Sommer das Niedrigwasserrisiko. Beides wird die Schifffahrt beeinflussen. Darüber hinaus wird es wahrscheinlich auch



mehr Extremereignisse geben. Das bedeutet, dass mehr Regen in der selben Zeit fällt. Dies kann zu Überschwemmungen, Bodenerosion oder Hangabbrüchen führen und somit negative Auswirkungen auf den Menschen haben.



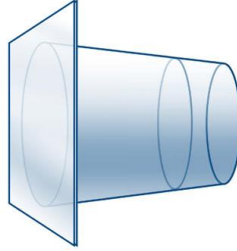
Beschreibe anhand der Prognose des IPCC, wie sich die weltweite Niederschlagsverteilung verändern wird.

Lernstation: Wolken



Material:

- Becher
- Deckel
- warmes Wasser
- Eiswürfel



Experiment: Wolken selbst gemacht

Fülle warmes Wasser in einen Becher und verschließe das Gefäß, indem du es mit einem Deckel luftdicht abdeckst. Um nun eine Wolke zu erzeugen, mußt du die Luft in dem Gefäß abkühlen.

Um die Wolke besser beobachten zu können, kannst du etwas Dunkles, zum Beispiel ein schwarzes Blatt Papier, hinter den Becher halten.

Lege hierzu einige Eiswürfel auf den Deckel und warte ein bis zwei Minuten ab. Wenn du nun den Deckel schnell vom Becher entfernst, kannst du dir deine selbst gemachte Wolke anschauen.

Ergebnisse

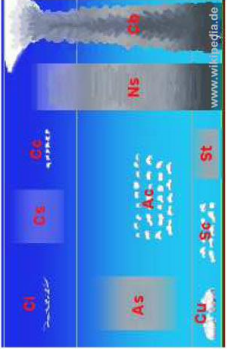
Schon gewusst?

Wolken bestehen aus kondensiertem Wasser und können vielerlei Formen annehmen. Kondensieren bedeutet, dass sich aus Wasserdampf wieder flüssiges Wasser bildet. Dies passiert, wenn sich die Luft abkühlt. Kalte Luft kann nicht so viel Wasserdampf aufnehmen wie warme Luft. Es bilden sich dabei kleine Wassertropfen.

Dies geschieht zum Beispiel immer dann, wenn sich im Badezimmer beim Duschen Wassertropfen auf dem kälteren Spiegel bilden.

Aufgabe:

Hier siehst du einige Wolkenarten. Trage in die Tabelle die Höhen (hoch, mittelhoch und tief) der einzelnen Wolkenarten ein.



www.will-jacobs.de

Hohe Wolken
= Cirro-

Mittelhohe Wolken
= Alto-


Tiefe Wolken

Vertikale
Wolken
=
Nimbo-


Abkürzung	Lat.Name	Deutsche Bezeichnung	Höhe der Wolken
Cu	Cumulus	Haufenvolke	
Sc	Stratocumulus	Haufenschichtwolke	
St	Stratus	tiefe Schichtwolke	
As	Altostratus	mittelhohe Schichtwolke	
Ac	Alto cumulus	Schäffchenwolke	
Ns	Nimbostratus	Regenwolke	
Cb	Cumulonimbus	Gewitterwolke	
Cl	Cirrus	Federwolke	
Cs	Cirrostratus	hohe Schleierwolke	
Cc	Cirrocumulus	kleine Schäffchenwolke	

Aufgabe:


Schaue einmal aus dem Fenster. Kannst du erkennen, welche Arten von Wolken gerade vorbeiziehen? Kannst du sie in diesem kleinen Wolkenatlas finden?




Stratus




Cumulonimbus




Cirrocumulus




Alto cumulus




Stratocumulus



Cirrus



Nimbostratus



Cumulus

Quelle: www.wolkenatlas.de
Aufgenommen von Bernhard Mühr

Lernstation: Wasserkreislauf

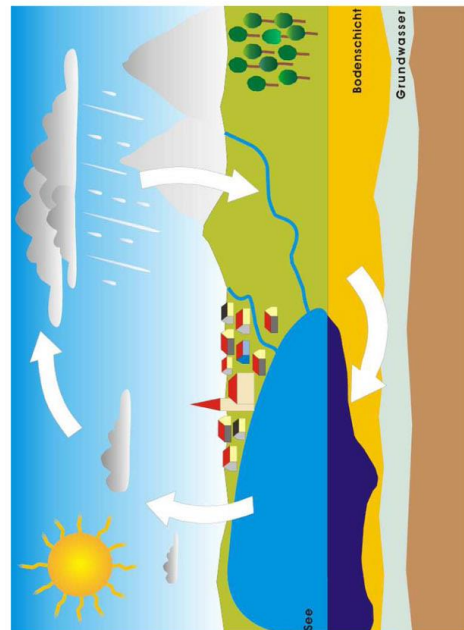


...und es geht nichts verloren!

Unter der Wirkung der Sonneneinstrahlung geht Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Zustand (= Verdunstung), bzw. vom festen in den flüssigen Zustand (= Schmelzen). Durch Verdampfung an der Wasseroberfläche

und pflanzliche Verdunstung gelangt Wasser als Dampf in die Luft. Durch Abkühlung kondensiert es zu Wolken, die durch Luftströmungen transportiert werden und an anderer Stelle abregnen. Auf dem Boden fließt das

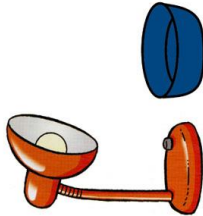
Wasser ab oder versickert in der Erde und füllt so das Grundwasser auf. Es handelt sich immer um die gleiche Wassermenge, die nie aufhört sich zu verwandeln. So entsteht ein ewiger Wasserzyklus.



Experiment Wasserkreislauf



- Material:**
- Schüssel
 - Lampe
 - kleiner Radiergummi
 - Frischhaltefolie
 - warmes Wasser
 - Cola (oder Apfelsaft)



Fülle den Boden der Schüssel mit warmem Wasser, ca. 5 mm hoch. Spanne eine Frischhaltefolie über die Schüssel, gib den Radiergummi in die

Mitte der Folie, damit die Folie nach unten gewölbt ist. Richte die Lampe in geringem Abstand von oben auf das Wasser, damit das Wasser erwärmt wird.

Kannst Du beschreiben und erklären was du siehst?

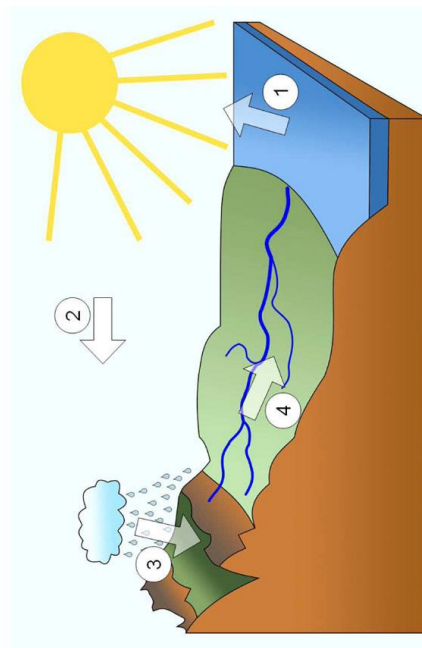
Gib zusätzlich Cola (oder Apfelsaft) in die Schüssel, so dass das Wasser deutlich danach schmeckt. Teste nach einigen Minuten den Geschmack des Wassers in der Schüssel und der Tropfen an der Folie.



Kannst Du beschreiben und erklären was du bemerkst?

Aufgabe:

Hier siehst du ein Modell des Wasserkreislaufs. Ordne den vier Stationen des Wasserkreislaufs die richtige Beschreibung zu. Schreibe hierzu die passenden Nummern in die Kreise.

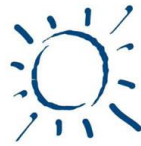


Schon gewusst?

„Auf der gesamten Erde gibt es etwa 1,50 Milliarden Kubikmeter Wasser. Würde man das ganze Wasser in einen Würfel laufen lassen, so wären die Kanten zirka 1.150 km lang. Aber nur ein kleiner Teil davon kann als Trinkwasser genutzt werden. Denn der größte Teil der Wassermenge ist Meerwasser und damit salzig.“

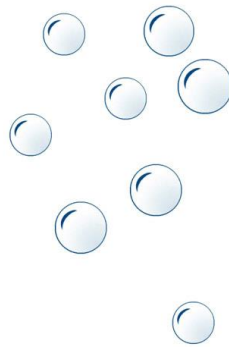
- ☐ Hier verdunstet sehr viel Wasser durch die Sonneneinstrahlung.
- ☐ Hier fließt das Wasser über Bäche und Flüsse ins Meer zurück.
- ☐ Hier bilden sich Wolken.
- ☐ In Form von Schnee, Regen oder Hagel fällt das Wasser zur Erde.

Lernstation: Konvektion



Material:

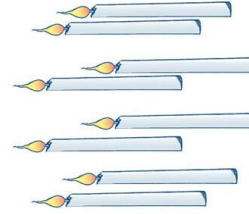
- Pustefix
- Kerzen



Experiment: Zirkulierende Luft

Unterschiedliche Lufttemperatur führt zu Luftbewegungen. In diesem Experiment kannst du das Prinzip der globalen Luftzirkulation am Modell beobachten. Zünde mehrere Kerzen an und stelle sie in Kreisform auf den Tisch. Durch die Temperaturunter-

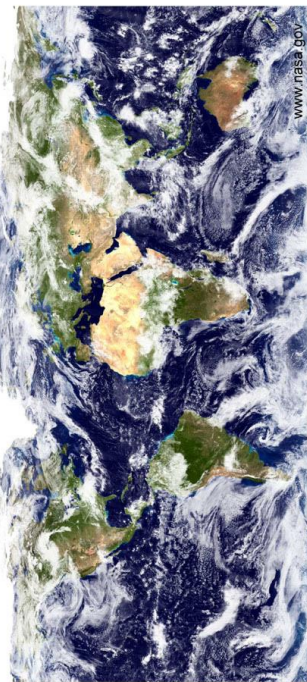
schiede beginnt die Luft nun zu zirkulieren. Dies kannst du mit Hilfe von Seifenblasen sichtbar machen. Pus-te vorsichtig einige Seifenblasen im Abstand von etwa einem halben Meter über die Kerzen. Experimentiere mit verschieden großen Seifenblasen.



Beobachte und notiere was passiert.

Planetarische Zirkulation

Hier siehst du die weltweite Wolkenverteilung. Kannst du aus den Beobachtungen aus dem Experiment Rückschlüsse auf die Wolken- und Windgürtel der Erde ziehen? Schreibe deine Vermutungen auf. Der Merktzettel kann dir hierbei helfen.



Deine Vermutungen ...

Merktzettel

Aufsteigende Luft

- kühlt ab
- es bilden sich Wolken

Absteigende Luft

- erwärmt sich
- keine Wolkenbildung

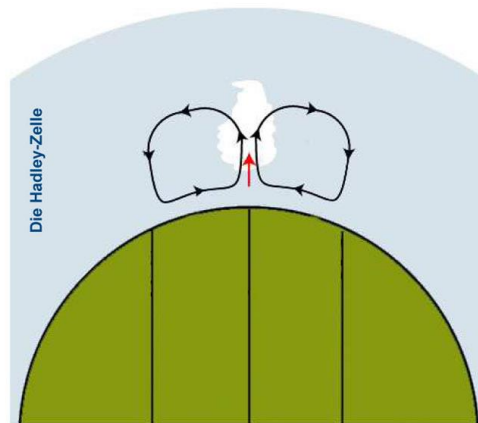
... und in echt?

Der Vorgang, den du gerade eben beobachtet hast, ist der Motor für die Winde weltweit, die so genannte planetarische Zirkulation. Am Äquator scheint die Sonne am stärksten und hier erwärmen sich die Luft am meisten. Das führt dazu, dass die Luft hier aufsteigt. Dieser Vorgang wird auch Konvektion genannt. Die Luft kühlt mit der Höhe ab und da kalte Luft weniger Wasser halten kann als warme, kommt es zur Kondensation und zur Wolkenbildung. In der Höhe kühlt die Luft

ab und sinkt an einer anderen Stelle wieder. Die absinkende Luft erwärmt sich, kann wieder mehr Wasser aufnehmen und wird trockener. Auf diese Weise entstehen regereichte „Luftwalzen“, die auch Zellen genannt werden. Die bekannteste ist die Hadley-Zelle, die sich zwischen dem Äquator und den Passatkreisen befindet.

Schon gewusst?

„Der britische Wissenschaftler George Hadley stellte 1735 die Theorie auf, dass die Luft am Äquator erhitzt wird, hier aufsteigt und einen Kreislauf bildet.“





Prof. Dr. Alexander Siegmund
Dipl.-Geogr. Christina Fiene

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Abteilung Geographie – 'geo'
Czernyring 22/11-12
69155 Heidelberg

siegmund@ph-heidelberg.de
fiene@ph-heidelberg.de

<http://rgeo.ph-heidelberg.de>

Mit freundlicher Unterstützung der

